

OPEN TC8 Dokumentation

Realisierung der OPEN TC8 Tests mit CANoe,
vTESTstudio und VT System

Version 1.0 vom 2019-04-17

Status	Released
Herausgeber	<p>Vector Informatik GmbH</p> <p>© 2019 Alle Rechte vorbehalten.</p> <p>Jede Weitergabe oder Vervielfältigung bedarf der vorherigen Zustimmung durch Vector.</p> <p>Hinweis: Dokumentausdrucke unterliegen nicht der Änderungsverwaltung.</p>

Inhalt

1 Einführung	3
1.1 Was ist die OPEN Alliance und der TC8-Test	3
1.1.1 Definition des TC8-Tests	3
1.1.2 Vorbereitung des DUT	3
1.2 Woher bekomme ich die Dokumente	3
2 Lösungsansatz mit Vector Werkzeugen	3
2.1 Übersicht	3
2.2 Aufgaben in vTESTstudio	5
2.2.1 Definition des Testablaufs	5
2.2.2 Konfiguration der Tests	5
2.2.3 Stub-Funktionen	6
2.3 Aufgaben in CANoe	7
2.3.1 Ablaufumgebung	7
2.3.1.1 Welches CANoe wird vorausgesetzt	7
2.3.1.2 Welches Ethernet Interface kann verwendet werden	7
2.3.1.3 Welche Konfiguration stellt Vector zur Verfügung	7
2.3.2 Testreport	7
2.3.2.1 Erstellung und Darstellung	7
2.3.3 Simuliertes DUT als Referenzimplementierung	8
2.3.3.1 Ziel der Referenzimplementierung	8
2.4 Einbindung des VT-System	8
3 Contacts	9

1 Einführung

1.1 Was ist die OPEN Alliance und der TC8-Test

Die One Pair Ethernet Alliance Special Interest Group (OPEN Alliance) spielt bei der Standardisierung von Automotive Ethernet eine wichtige Rolle. In ihr sind viele Automobil OEMs, TIER1 und weitere Zulieferer sowie Chip-Hersteller organisiert. Die OPEN Alliance entwickelt unter anderem in mehreren Gremien (Technical Committee) Dokumente, welche die Interoperabilität und Kompatibilität von Automotive Ethernet sicherstellen soll. Im Technical Committee 8 (TC8) „Automotive Ethernet ECU Test Specification“ werden Dokumente erarbeitet, die die Interoperabilität und Konformität zu existierenden Standards von ECUs sicherstellen sollen.

1.1.1 Definition des TC8-Tests

Die einzelnen TC8-Tests orientieren sich am ISO/OSI-Schichtenmodell (Open Systems Interconnection Model) und können einzelnen Schichten zugeordnet werden. Die Tests umfassen alle Schichten von der Schicht 1 (Bitübertragungsschicht) bis zur Schicht 7 (Anwendungsschicht). Eine detaillierte Aufstellung aller 850+ Testfälle und unterstützter Kommunikationsprotokolle kann [1] entnommen werden.

1.1.2 Vorbereitung des DUT

Für die Durchführung der TC8-Tests muss das DUT (Device Under Test) vorbereitet sein. Dies umfasst die Möglichkeit, je nach Testfall, ein definiertes Verhalten des DUT sicherzustellen. Beispielsweise müssen für das Testen des für die IP-Kommunikation benötigte ARP-Protokoll (Address Resolution Protocol) die ARP-Tabellen gelöscht werden können. Normalerweise ist diese Funktionalität nicht explizit auf einer ECU verfügbar.

Diese Einstellungen können manuell zum Beispiel über einen Debugger vorgenommen werden. Darüber hinaus verweist die TC8-Testspezifikation auf Mechanismen wie das in [2] definierte AUTOSAR Testability Protocol. Mit deren Hilfe können für den TC8-Test relevante Einstellungen über eine Ethernet-Kommunikation erfolgen. CANoe unterstützt bei der Testausführung beide Möglichkeiten.

1.2 Woher bekomme ich die Dokumente

Die Dokumente der OPEN Alliance können auf der Homepage (www.OPENSIG.org) bzw. über das Mitgliederportal (<https://members.opensig.org>) frei heruntergeladen werden. Die AUTOSAR Dokumente stehen unter (<https://www.autosar.org>) ebenfalls frei zur Verfügung. Ein Bezug über Vector ist nicht möglich. Für eine erfolgreiche Umsetzung und Durchführung der TC8-Tests ist das Verständnis des Inhalts der folgenden Dokumente Voraussetzung:

- [1] OPEN Alliance Automotive Ethernet ECU Test Specification TC8 ECU Test, Version 2.0
- [2] Testability Protocol and Service Primitives, Version 1.2.0

2 Lösungsansatz mit Vector Werkzeugen

2.1 Übersicht

Mit der CANoe Option .Ethernet stellt Vector ab der Version 12.0 die TC8-ECU-Tests als Beispielkonfiguration zur Verfügung. Abbildung 1 zeigt das Zusammenspiel der Werkzeuge unter Verwendung eines Vector Standard-Ethernet-Interfaces.

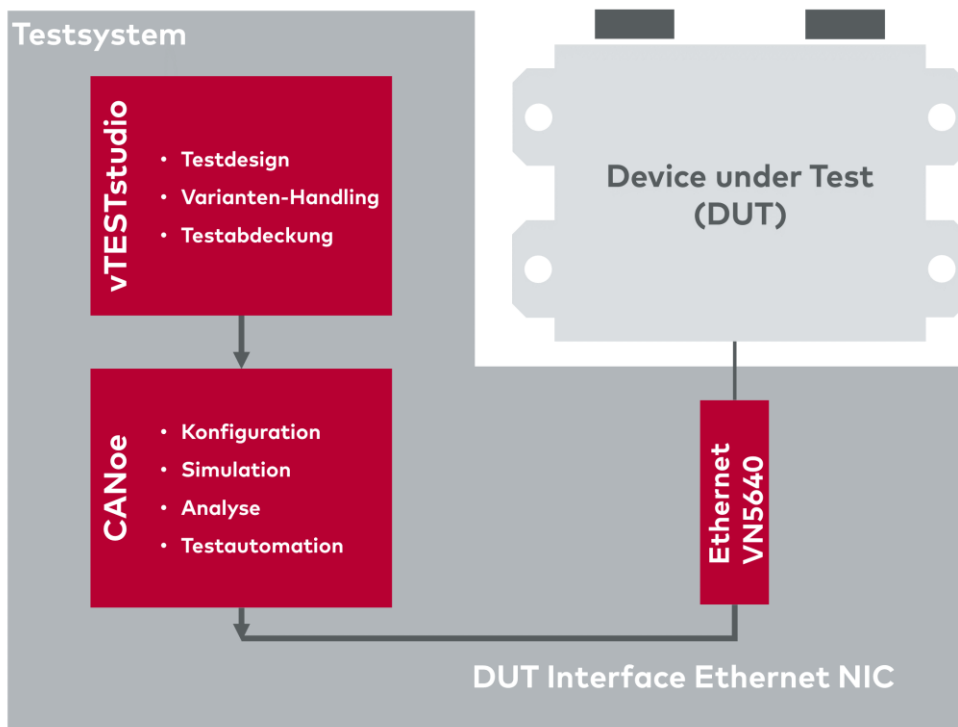


Abbildung 1 - Werkzeugkette zur Durchführung der TC8-Tests auf Basis von vTESTstudio und CANoe

Abbildung 2 zeigt ein Beispiel, wie der Automatisierungsgrad der Testausführung unter Hinzunahme des VT Systems erhöht werden kann. Darüber hinaus ist es möglich, mit Hilfe des VT Systems die Testabdeckung auf die physikalische Schicht auszudehnen.

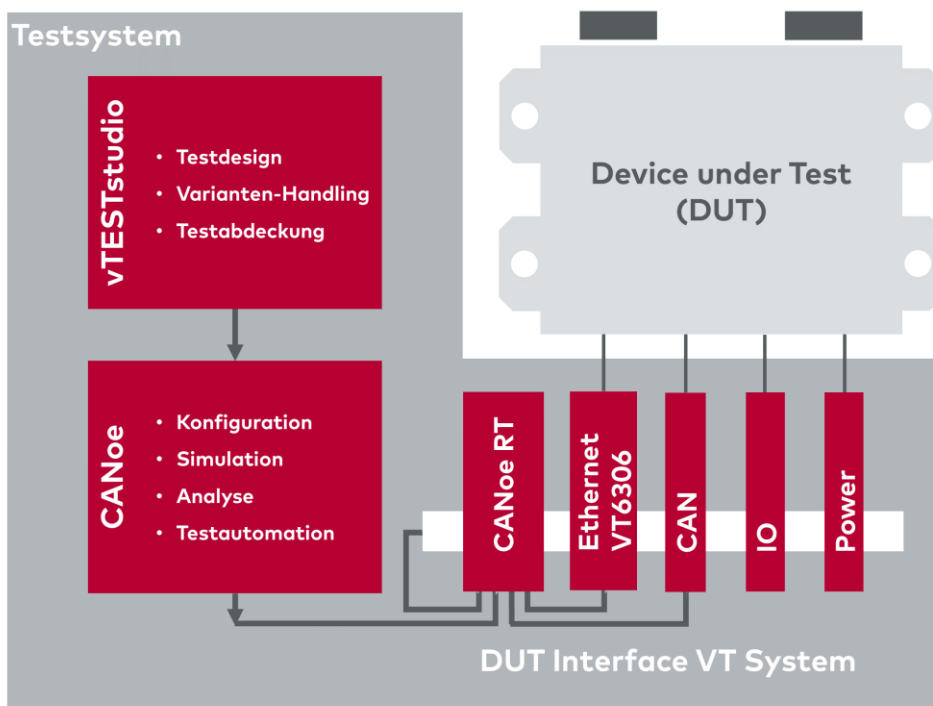


Abbildung 2 - Werkzeugkette zur automatisierten Durchführung der TC8-Tests auf Basis von vTESTstudio, CANoe und VT System.

2.2 Aufgaben in vTESTstudio

2.2.1 Definition des Testablaufs

In vTESTstudio sind alle implementierten TC8-Tests sowie der Testablauf transparent hinterlegt (siehe Abbildung 3). Hier können die TC8-Tests sowie der Ablauf bei Bedarf verändert werden. Im Allgemeinen ist dies jedoch nicht notwendig. Mit Hilfe von vTESTstudio werden die Test Units erzeugt, die später in CANoe zur Ausführung kommen.

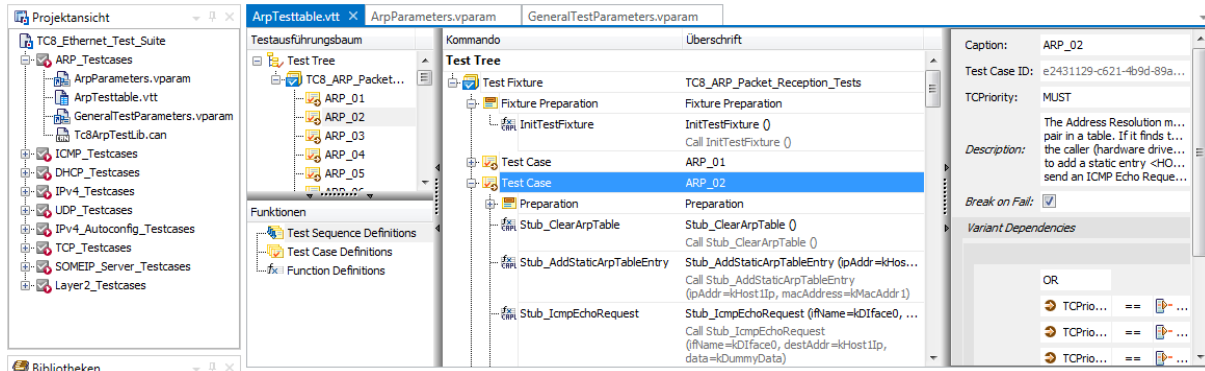


Abbildung 3 - Definition Testablauf in vTESTstudio am Beispiel der ARP-Tests

2.2.2 Konfiguration der Tests

Für die erfolgreiche Durchführung der TC8-Tests müssen einige Einstellung vorgenommen werden. Ohne eine korrekte Konfiguration der Einstellungen können die Testergebnisse verfälscht sein bzw. die erfolgreiche Ausführung der TC8-Tests ist nicht möglich.

Die TC8-Tests in vTESTstudio sind prinzipiell so aufgebaut, dass sie nur an wenigen, definierten Stellen konfiguriert werden müssen. Dazu befinden sich in jeder Testgruppe (wie z.B. ARP, ICMP, IPv4, ...) zwei Parameterdateien:

- die globale Parameterdatei „GeneralTestParameters.vparam“ sowie eine
- Parameterdatei mit spezifischen Einstellungen zur auszuführenden Testgruppe.

Die globale Parameterdatei enthält generelle Einstellungen zum DUT wie z.B. seine IP-Adresse oder MAC-Adresse (siehe Abbildung 4). Die Datei existiert einmal und wird in allen Testfällen referenziert. Die spezifische Parameterdatei enthält Einstellungen zur ausgewählten Testgruppe. So werden z.B. in der Datei „ArpParameters.vparam“ alle Parameter der ARP-Tests (Address Resolution Protocol) beschrieben (siehe Abbildung 5).

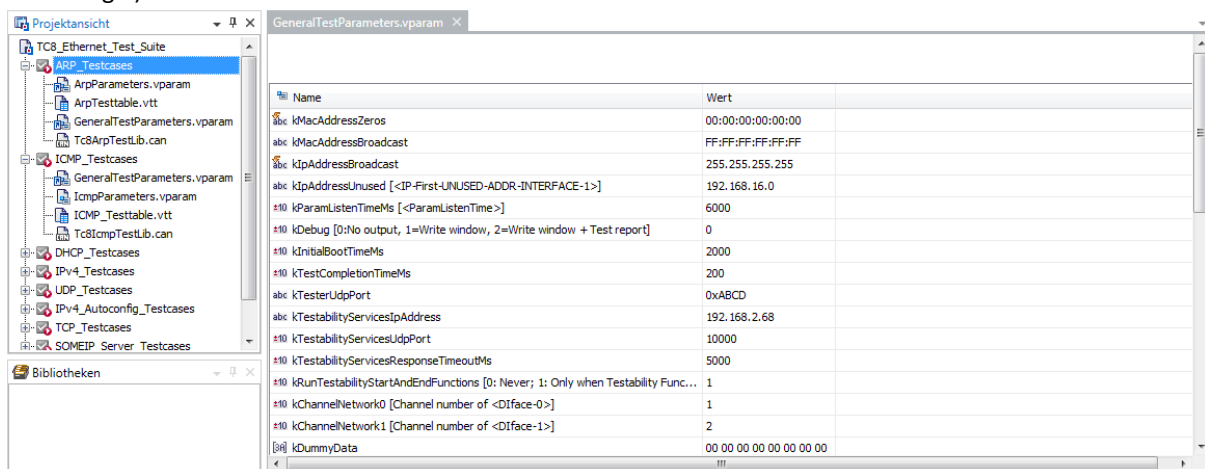


Abbildung 4 - vTESTstudio Parameterdatei „GeneralTestParameter.vparam“ zur Konfiguration allgemeiner Einstellungen zum DUT

Name	Wert
abc kMacAddressArbitrary [<ARBIT_MAC_ADDR>]	12:34:56:78:90:00
abc kHwTypeUnknown [<ARP_HARDWARE_TYPE_UNKNOWN>]	0xFFFF
abc kHwTypeValid [Eth = 1]	1
abc kArpProtocolUnknown [<ARP_PROTOCOL_UNKNOWN>]	0xFFFF
abc kArpProtocolValid [IPv4 = 0x800]	0x800
abc kHwAddressLenUnknown [<UNKNOWN_HW_ADDR_LEN>]	7
abc kHwAddressLenValid [Eth MAC Address length = 6]	6
abc kProtocolAddressLenUnknown [<UNKNOWN_PROTOCOL_ADDR_LEN>]	5
abc kProtocolAddressLenValid [ARP Protocol Address length = 4]	4
abc kArpToleranceTimeMs [<ARP-TOLERANCE-TIME>]	5000
abc kDynamicArpTableTimeoutMs [<DYNAMIC-ARP-CACHE-TIMEOUT>]	60000
abc kHost1 [<HOST-1>]	HOST1
abc kMacAddr3 [<MAC-ADDR3>]	02:00:00:00:00:13

Abbildung 5 - Beispiel einer vTESTstudio Parameterdatei "ArpParameters.vparam" zur Konfiguration spezifischer ARP-Testparameter

2.2.3 Stub-Funktionen

Neben der Konfiguration mit Hilfe von Parametern, wie in Kapitel 2.2.2 beschrieben, stehen noch weitere Möglichkeiten zur Anpassung des TC8-Tests zur Verfügung. Dies sind die Stub-Funktionen. Bei den Stub-Funktionen handelt es sich typischerweise um einen CAPL-Code-Block, der zur Laufzeit des TC8-Tests in CANoe ausgeführt wird und meist auch eine Entsprechung auf dem DUT in Form von speziellem Test-Code hat. Die Stub-Funktion dient dazu, das DUT auf den anstehenden Test vorzubereiten. Abbildung 6 zeigt ein Beispiel anhand des Address-Resolution-Protocol-Tests (ARP), bei dem vor Beginn der Testausführung in CANoe die Stub-Funktion zum Löschen der MAC-Adressentabelle aufgerufen werden muss. Die Stub-Funktion muss sicherstellen, dass nach dem Aufruf in CANoe die Tabelle mit den MAC-Adressen auf dem DUT vollständig gelöscht ist.

Die Umsetzung der TC8-Tests in vTESTstudio definiert für alle notwendigen Testschritte eine eigene Stub-Funktion. Diese muss im Allgemeinen vor Testausführung an das jeweilige DUT angepasst werden.

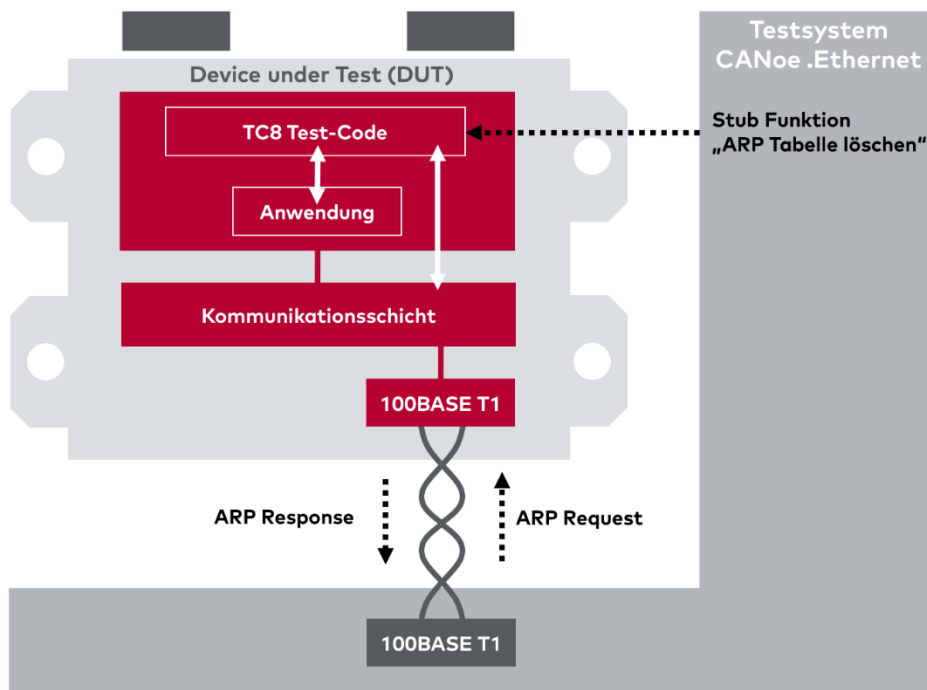


Abbildung 6 - Beispiel einer Stub-Funktion für das Löschen der ARP-Tabelle auf dem DUT

Teilweise basiert die Implementierung der Stub-Funktionen bereits auf der Verwendung des AUTOSAR Testability Protokolls – einem durch AUTOSAR spezifizierten Kommunikationsprotokoll. Dieses Kommunikationsprotokoll wird von der Vector TC8-Testimplementierung bereits unterstützt. In diesem Fall müssen bei der Anpassung der Stub-Funktionen meist nur noch einzelne Parameter verändert werden.

2.3 Aufgaben in CANoe

2.3.1 Ablaufumgebung

CANoe stellt für die mit vTESTstudio erstellten TC8-Tests die Ablaufumgebung zur Verfügung. In CANoe können die auszuführenden Tests ausgewählt und der Testablauf gestartet werden. Für die reine Ausführung der Tests wird kein vTESTstudio benötigt.

2.3.1.1 Welches CANoe wird vorausgesetzt

Zum Ausführen des TC8-Tests kann jedes CANoe .Ethernet (PRO, PEX, FUN und RUN) ab Version 12.0 verwendet werden.

2.3.1.2 Welches Ethernet Interface kann verwendet werden

Grundsätzlich kann jedes Vector Ethernet Interface verwendet werden, das IEEE 100BASE-T1 unterstützt. Es gibt keine besonderen Anforderungen aus Sicht von CANoe. Der Funktionsumfang der Ethernet Interfaces ist unterschiedlich und kann sich auf die auszuführenden Tests auswirken. So erlaubt z.B. das VT6306 auch die Ausführung einiger Tests zur physikalischen Schicht. Die meisten TC8-Tests lassen sich mit einem bzw. zwei Ethernet-Kanäle ausführen. Bei manchen, wie zum Beispiel den Switch-Tests, werden drei Kanäle vorausgesetzt.

2.3.1.3 Welche Konfiguration stellt Vector zur Verfügung

Alle im Rahmen von CANoe ausgelieferten TC8-Testkonfigurationen stellen ein Realisierungsvorschlag dar und dienen zur Demonstration der Funktionalität. Zudem können weitere Konfigurationen über die Vector Knowledge Base heruntergeladen werden. Es ist zu beachten, dass sich die Anzahl und der Umfang der Konfigurationen im Laufe der Zeit ändern kann.

Bitte beachten Sie, dass die Demo- und Beispielprogramme nur bestimmte Aspekte der Software zeigen. Da diese Programme nur für Demonstrationszwecke gedacht sind, wird hiermit die Gewährleistung/Haftung von Vector Informatik GmbH für leichte Fahrlässigkeit ausgeschlossen, soweit nicht gesetzlich zwingend gehaftet wird.

2.3.2 Testreport

2.3.2.1 Erstellung und Darstellung

CANoe erstellt automatisch einen umfangreichen HTML-Testreport, der die ausgeführten Testumfänge sowie die Ergebnisse protokolliert (siehe Abbildung 7).

Statistics

Executed test cases	49	
Test cases passed	49	100% of executed test cases
Test cases inconclusive	0	0% of executed test cases
Test cases failed	0	0% of executed test cases
Test cases with error in test system	0	0% of executed test cases
Number of failures outside of test cases		
Inconclusive	0	
Fail	0	
Error in test system	0	

Abbildung 7 - Zusammenfassung der Ergebnisse

Zudem beinhaltet der Report pro Testschritt eine detaillierte Zusammenfassung zum Ablauf und Inhalt (siehe Abbildung 8). Mit Hilfe dieser Informationen können Probleme bei der Testdurchführung oder der Konfiguration des Tests sehr schnell aufgedeckt werden. Insbesondere kann über die angegebenen Zeitstempel direkt ins Trace-Fenster gesprungen werden, um die Kommunikation zu analysieren.

1.1.1 ARP_01: Passed

Static ARP entry (no ARP request). The Address Resolution module tries to find the <protocol type, target protocol address> pair in a table. If it finds the pair, it gives the corresponding 48 bit Ethernet address back to the caller (hardware driver) which then transmits the packet. (Note: Here DUT is configured to add a static entry <HOST-1-IP, MAC-ADDR1> in its ARP cache. TESTER then causes DUT to send an ICMP Echo Request and expects that DUT will NOT send any ARP Request. Reference to xANVL Release 9.15: 1.1. Reference to ANVL AUTOSAR Test 2.1)

Test case begin: 2019-04-04 09:47:16 (logging timestamp 2.000000)

Test case end: 2019-04-04 09:47:22 (logging timestamp 8.400121)

Attributes

TCPriority: MUST

Preparation of Test Case

Timestamp	Test Step	Description	Result
2.000038	Resume reason	Resumed on TextEvent 'ExpectedServicePrimitiveResponse' Elapsed time=0.0384ms (max=5000ms)	-
2.000038	Stub_GeneralStartTest Stubfunction for start test case succeeded		pass

Main Part of Test Case

Timestamp	Test Step	Description	Result
1. Stub_ClearArpTable (): Passed			
2.200038	SP_Arp_ClearArpTable	Clear Arp Table (ARP) with PID=0xFF.	-
2.200058	Resume reason	Resumed on TextEvent 'ExpectedServicePrimitiveResponse' Elapsed time=0.0192ms (max=5000ms)	-
2.200058	Stub_ClearArpTable	Clear ARP Table of DUT succeeded.	pass
2. Stub_AddStaticArpTableEntry (ipAddr=kHost1Ip, macAddress=kMacAddr1): Passed			
2.200058	SP_Arp_AddStaticArpTableEntry	Add Static Arp Table Entry (ARP) with PID=0xFD.	-
2.200079	Resume reason	Resumed on TextEvent 'ExpectedServicePrimitiveResponse' Elapsed time=0.02112ms (max=5000ms)	-
2.200079	Stub_AddStaticArpTableEntry	Add static ARP table entry to DUT succeeded.	pass
3. Stub_IcmpEchoRequest (ifName=kDiface0, destAddr=kHost1Ip, data=kDummyData): Passed			
2.200079	Stub_IcmpEchoRequest	Send ICMP echo request from DUT succeeded.	pass
4. WaitForUnexpectedArpRequest (timeout=kParamListenTimeMs, destMac=kWildcard, srcMac=kDiface0MacAddr, senderHardwareAddress=kWildcard, senderProtocolAddress=kWildcard, targetHardwareAddress=kWildcard, targetProtocolAddress=kWildcard): Passed			
8.200079	Resume reason	Elapsed time=6000ms (max=6000ms)	-
8.200079	WaitForUnexpectedArpRequest	DUT didn't send an ARP request.	pass
5. Stub_DeleteStaticArpTableEntry (ipAddr=kHost1Ip, macAddress=kMacAddr1): Passed			
8.200079	SP_Arp_DeleteStaticArpTableEntry	Delete Static Arp Table Entry (ARP) with PID=0xFC.	-
8.200100	Resume reason	Resumed on TextEvent 'ExpectedServicePrimitiveResponse' Elapsed time=0.02112ms (max=5000ms)	-
8.200100	Stub_DeleteStaticArpTableEntry	Delete static ARP entry from DUT succeeded.	pass

Completion of Test Case

Timestamp	Test Step	Description	Result
8.200121	Resume reason	Resumed on TextEvent 'ExpectedServicePrimitiveResponse' Elapsed time=0.02112ms (max=5000ms)	-
8.200121	Stub_GeneralEndTest Stubfunction for end test case succeeded		pass

Abbildung 8 - Auszug Testreport aus CANoe mit Zeitstempel

2.3.3 Simuliertes DUT als Referenzimplementierung

2.3.3.1 Ziel der Referenzimplementierung

Die Konfiguration der TC8-Testfälle sowie die Beurteilung der gefundenen Probleme ist ein komplexer Vorgang und erfordert etwas Übung. Zur Unterstützung der Anwender stellt Vector mit dem „Golden Device“ eine Referenzimplementierung des DUT im Rahmen einer CANoe Simulation bereit. Dies dient dazu, dass TC8-Tests fehlerfrei am simulierten Golden Device ausgeführt werden können und ein positives Testergebnis sowie Logging-Dateien etc. erzeugt werden. Das Ergebnis auf Basis des Golden Device kann als Referenz für die Bewertung des Ergebnisses auf Basis des DUT herangezogen werden. Der direkte Vergleich hilft im Fehlerfall bei der Einschätzung ob die Ursache in der Konfiguration des TC8-Tests liegt oder am DUT.

2.4 Einbindung des VT-System

Das VT System kann grundsätzlich die Testausführung analog zu einem PC mit CANoe übernehmen. Dabei bietet das VT System weitreichendere Möglichkeiten zur automatisierten Testdurchführung. Wie in Abbildung 2 dargestellt, können mit Hilfe der verschiedenen Einsteckkarten auch die physikalischen Ports des DUT beeinflusst werden. Über die Steuerung der Versorgungsspannung kann so z.B. ein Zurücksetzen des DUT (RESET) realisiert werden.

Zudem gibt es mit der Ethernet Interface-Karte VT6306 auch die Möglichkeit, den physikalischen Übertragungskanal zu beeinflussen. Damit können sehr einfach Testfälle zur physikalischen Schicht umgesetzt werden, wie die Ermittlung der Zeit des Linkaufbaus nach einem Steuergerätestart.

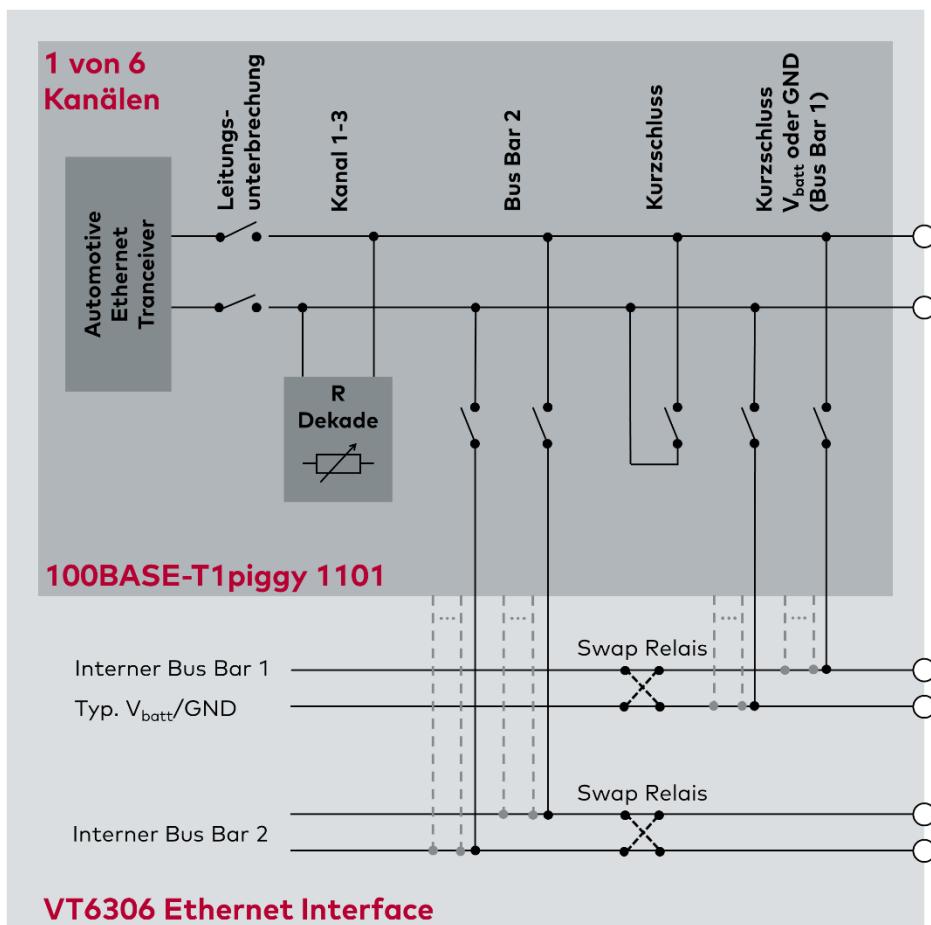


Abbildung 9 - Möglichkeiten zur Beeinflussung des physikalischen Übertragungskanal des VT6306 Ethernet Interface

3 Contacts

Eine vollständige Liste mit allen Vector Standorten und Adressen weltweit finden Sie unter <http://vector.com/contact/>.